

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11063694  
PUBLICATION DATE : 05-03-99

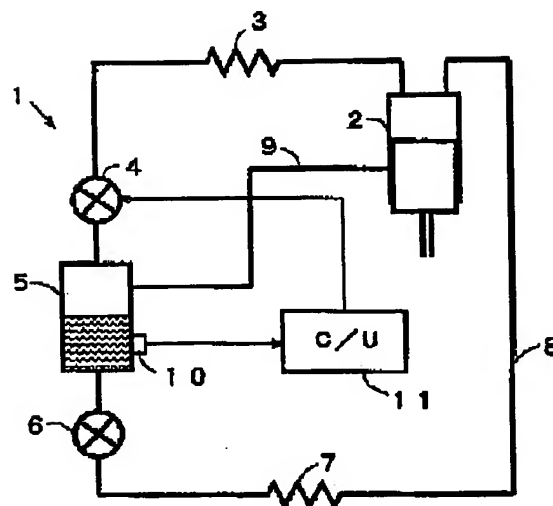
APPLICATION DATE : 21-08-97  
APPLICATION NUMBER : 09240422

APPLICANT : ZEXEL CORP;

INVENTOR : SUZUKI NOBUHIKO;

INT.CL. : F25B 1/10 F25B 1/00

TITLE : REFRIGERATION CYCLE



**ABSTRACT :** **PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a refrigeration cycle having improved cooling performance by putting a liquid phase refrigerant in a gas/liquid separator even when a supercritical fluid is used as a refrigerant of a multiple stage cycle.

**SOLUTION:** A main passage 6 is constructed by connecting a compressor 2, a heat radiator 3, a first throttle valve 4, a gas/liquid separator 5, a second throttle valve 6, and an evaporator 7 through piping, on which main passage 6 a bypass passage 9 is provided for returning a gas refrigerant from the gas/ liquid separator 5 to the compressor 2. When the liquid phase refrigerant in the gas/liquid separator is insufficient, opening of the first throttle valve 4 is reduced to increase the degree of pressure reduction of the refrigerant passing through the opening whereby the liquid phase refrigerant is present in the gas/ liquid separator.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-63694

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

F 2 5 B 1/10  
1/00

識別記号

1 0 1

F I

F 2 5 B 1/10  
1/00

S

1 0 1 E

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-240422

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月21日

(71) 出願人 000003333

株式会社ゼクセル

東京都渋谷区渋谷3丁目6番7号

(72) 発明者 鈴木 伸彦

埼玉県大里郡江南町大字千代字東原39番地

株式会社ゼクセル江南工場内

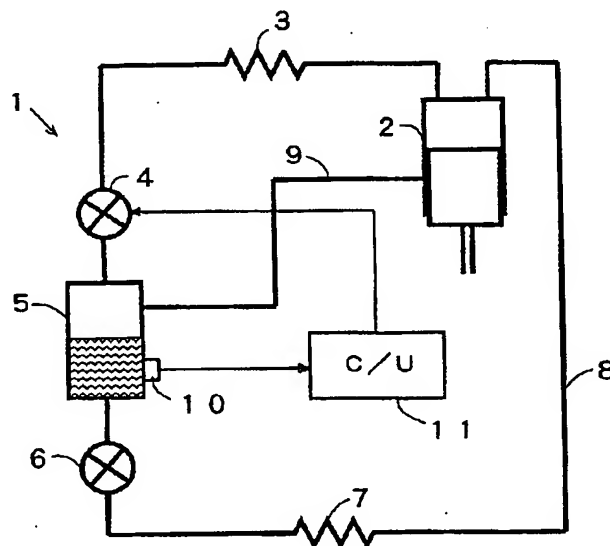
(74) 代理人 弁理士 大貫 和保 (外1名)

(54) 【発明の名称】 冷却サイクル

(57) 【要約】

【課題】 超臨界流体を多効サイクルの冷媒として用いる場合でも、気液分離装置内に常に液相冷媒が存在するようにし、冷却性能の改善を図るようにした冷却サイクルを提供する。

【解決手段】 圧縮機2、放熱器3、第1の絞り弁4、気液分離器5、第2の絞り弁6、蒸発器7を配管接続して主経路6を構成し、この主経路6に気液分離器5から気相冷媒を圧縮機2へ帰還させるバイパス経路9を設ける。気液分離器内の液相冷媒が不足した場合には、第1の絞り弁4による開度を小さくしてここを通過する冷媒の減圧の程度を大きくし、常に気液分離器内に液相冷媒が存在するようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超臨界流体を冷媒とし、

この冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する第1の熱交換器と、この第1の熱交換器よりも冷媒下流側に配されて冷媒を減圧する第1の減圧手段と、前記第1の減圧手段で減圧された冷媒を気液分離する気液分離装置と、この気液分離装置で分離された液相冷媒を減圧する第2の減圧手段と、前記第2の減圧手段で減圧された冷媒を蒸発気化する第2の熱交換器とを含むように順次配管接続して主経路を構成し、前記気液分離装置と前記圧縮機とを接続して前記気液分離装置で分離された気相冷媒を前記圧縮機へ導くバイパス経路を設け、前記気液分離装置内の液相冷媒量に応じて、前記第1の減圧手段による減圧量を制御するようにしたことを特徴とする冷却サイクル。

【請求項2】 前記減圧手段よりも冷媒下流側において分離される気相冷媒を、前記第1の熱交換器と前記第1の減圧手段との間を流れる冷媒と熱交換させるようにしたことを特徴とする請求項1記載の冷却サイクル。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、CO<sub>2</sub>等の超臨界流体を冷媒として用い、気液分離装置からの気相冷媒を圧縮室へ帰還するようにした多効サイクル（ガスインジェクションサイクル）を備えた冷却サイクルに関する。

【0002】

【従来の技術】多効サイクル（ガスインジェクションサイクル）を備えた冷却サイクルとして、従来、特開平5-45007号公報等に示される構成が公知となっている。これは、図7に示すような構成を有しているもので、以下においてこの図面に基づいて説明すると、冷却サイクル1は、圧縮機2、放熱器3、第1の減圧手段4、気液分離器5、第2の減圧手段6、蒸発器7を順次接続して構成された主経路8を有すると共に、気液分離器5と圧縮機2との間を接続するバイパス経路9を有しており、気液分離器5で分離された気相冷媒を圧縮機2へ帰還させ、これにより冷却性能を向上するようにしたものである。また、同公報には、バイパス経路9の途中に、凝縮器3から流出される冷媒と気液分離器5から帰還する気相冷媒とを熱交換させる熱交換器を設け、帰還する気相冷媒に液滴冷媒が混在しているような場合でも、完全なガス状態として圧縮機2へ戻すようにした構成も開示されている。

【0003】ところで、自然環境に適した代替冷媒が模索される昨今において、フロンガスを用いるよりも以前に利用されていた炭酸ガス冷媒（CO<sub>2</sub>）が再び注目されている。このようなCO<sub>2</sub>を用いた冷却サイクルは、CO<sub>2</sub>の臨界温度が31℃であることから、高圧側ライ

ンが超臨界領域で用いられる構成となっており、十分な冷凍性能を得る必要から高圧側ラインの圧力を100Kg/cm<sup>2</sup>前後に高めると共に、上述した多効サイクルを利用することなどが検討されている。

【0004】上述した多効サイクルの冷媒としてCO<sub>2</sub>を用いた場合には、モリエール線図で見ると、図3の実線で示されるような状態変化を呈する。つまり、A点で示される圧縮機2で圧縮された高温高圧の冷媒は、放熱器3によって液化されることなく冷却されてB点に至り、その後、第1の減圧手段4で中間圧に減圧されてC点で示す気液混合の冷媒となり、気液分離器5において気相冷媒とD点で示す液相冷媒とに分離される。分離された液相冷媒は、更に第2の減圧手段6によって減圧されてE点で示す低圧低温の湿り蒸気となり、蒸発器7で蒸発気化されてF点に至り、再び圧縮機2で圧縮される。これと同時に気液分離器5で分離された気相冷媒は、バイパス経路9を通過する過程においてH点を経て完全な気相となり、圧縮機2に戻されて蒸発器7を通過した低圧気相冷媒と混合する。即ち、F点から圧縮機2で圧縮された気相冷媒は、中間圧まで圧縮された時点で気液分離器5から帰還される気相冷媒と混合してI点からG点の気相状態となり、その後、A点に戻される。

【0005】このような多効サイクルでは、気液分離器5において気相冷媒と液相冷媒とに分離され、この液相冷媒によってエンタルピーをC点からD点に減少させるところに意義があり、気液分離器5で分離された気相冷媒が帰還される分だけ蒸発器7を流れる冷媒流量は減少するものの、冷却能力をC点とD点とのエンタルピー差に相当する能力分だけ高めることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の多効サイクルによる超臨界流体の状態変化は、適切にサイクルが制御されている場合において形成されるもので、減圧手段の調節がうまくいかない場合には冷却性能の低下を招く。これは、第1の減圧手段4の開度が第2の減圧手段6の開度より非常に大きくなるような場合には、気液分離器5内の圧力が放熱器側の圧力（高圧側ラインの圧力）に近づき、図8に示されるようにC点が気相領域に達して気液分離器内に液相冷媒が形成されない状態となり、第2の減圧手段6では気相冷媒がそのまま減圧されてしまうことによる。つまり、液相冷媒を気液分離器内で形成することができないためにエンタルピーをC点よりも小さくすることができず、結局、冷凍効果（Q）は、放熱器3の出口側のエンタルピーによって決定されてしまうためである。

【0007】このような現象は、既存のサイクル構成をCO<sub>2</sub>等の超臨界流体にそのまま利用したのでは冷却性能が保証されないことを示しており、したがって、この点をいかに解決するかが超臨界流体を代替冷媒として有効に利用できるか否かの重要なポイントとなってくる。

【0008】そこで、この発明においては、超臨界流体を多効サイクルの冷媒として用いる場合でも、気液分離器内に常に液相冷媒が存在するようにし、冷却性能の改善を図るようにした冷却サイクルを提供することを課題としている。また、冷却性能は、第1の減圧手段に入る冷媒温度が低ければ低いほど向上することから、第1の減圧手段に入る冷媒温度の改善をも併せて図るようにした冷却サイクルを提供する。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するために、この発明にかかる冷却サイクルは、超臨界流体を冷媒とし、この冷媒を昇圧する圧縮機と、この圧縮機で昇圧された冷媒を冷却する第1の熱交換器と、この第1の熱交換器よりも冷媒下流側に配されて冷媒を減圧する第1の減圧手段と、前記第1の減圧手段で減圧された冷媒を気液分離する気液分離装置と、この気液分離装置で分離された液相冷媒を減圧する第2の減圧手段と、前記第2の減圧手段で減圧された冷媒を蒸発気化する第2の熱交換器とを含むように順次配管接続して主経路を構成し、前記気液分離装置と前記圧縮機とを接続して前記気液分離装置で分離された気相冷媒を前記圧縮機へ導くバイパス経路を設け、前記気液分離装置内の液相冷媒量に応じて前記第1の減圧手段による減圧量を制御することを特徴としている（請求項1）。

【0010】超臨界流体としては、臨界温度が常温付近にある $\text{CO}_2$ 、エチレン等の流体が用いられ、第1の減圧手段による減圧量を制御する手法としては、気液分離装置内の液相冷媒量を検出する冷媒量検出センサからの信号によって、又は、気液分離装置内の圧力と温度を検出する圧力センサ及び温度センサからの信号に基づく演算によって、気液分離装置内の液相冷媒が不足しているか否かを検出し、液相冷媒が不足していると判定された場合に第1の減圧手段による減圧の程度を大きくする構成が考えられる。

【0011】したがって、圧縮機で昇圧されて超臨界状態となる高温高压の冷媒は、第1の熱交換器によって冷却され、第1の減圧手段によって減圧されて中間圧の気液混合冷媒となり、気液分離装置内で気液分離される。この気液分離装置によって分離された気相冷媒は、バイパス経路を通して圧縮機に帰還し、分離された液相冷媒は、さらに第2の減圧手段によって減圧されて低温低压の湿り蒸気となり、蒸発器において蒸発気化されて圧縮機へ導かれる。

【0012】第1の減圧手段は、気液分離装置内の液相冷媒量に応じて減圧量が調節されることから、気液分離装置内の液相冷媒量が不足するような場合には、気液分離装置に流入される冷媒を気液混合冷媒としてここに液相冷媒が存在しなくなるような事態を避けることができ、もって、図3の実線で示されるような状態変化を保って合理的なレベルの冷却性能を維持することができ

る。

【0013】冷却性能を高めるにあつては、気液分離装置内に液相冷媒を確保することに加え、第1の減圧手段に流入する冷媒温度をできるだけ低くするようにしてもよい。即ち、減圧手段の冷媒下流側において分離される気相冷媒を、第1の熱交換器と第1の減圧手段との間を流れる冷媒と熱交換させるようにしてもよい（請求項2）。このような構成によれば、第1の熱交換器で冷却された冷媒が減圧手段より下流側の気相冷媒によってさらに冷却されることとなり、結果として蒸発器に流入される冷媒のエンタルピーを小さくして冷凍効果を高めることができる。

【0014】減圧手段の冷媒下流側において分離される気相冷媒を第1の熱交換器と第1の減圧手段との間を流れる冷媒と熱交換させる構成としては、第1及び第2の減圧手段の間に設けられる気液分離装置から圧縮機へ帰還する気相冷媒を第1の減圧手段の流入側において主経路内の冷媒と熱交換させる構成や、蒸発器の冷媒下流側に第2の気液分離装置（アキュムレータ）を設け、ここで分離された低温の気相冷媒を第1の減圧手段の流入側において主経路内の冷媒と熱交換させる構成が考えられる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面に基いて説明する。図1において、冷却サイクル1の第1の構成例が示され、この冷却サイクル1は、冷媒を圧縮する圧縮機2、この圧縮機2で圧縮された冷媒を冷却する放熱器3、この放熱器3の冷媒下流側に配された第1の絞り弁4、第1の絞り弁4によって減圧された冷媒を気液分離する第1の気液分離器5、この気液分離器5の下流側に配された第2の絞り弁6、この第2の絞り弁6によって減圧された冷媒を蒸発気化する蒸発器7をこの順で直列に配管接続してなる主経路8を備えている。この主経路8に対して、第1の気液分離器5に一端を接続し、他端を圧縮機2の中間段に接続するバイパス経路9が設けられており、気液分離器5で分離された気相冷媒をこのバイパス経路9を介して圧縮機2へ導くようになっている。

【0016】このサイクルでは、冷媒として $\text{CO}_2$ が用いられており、圧縮機2によって圧縮された冷媒は、高温高压の冷媒として放熱器3に入り、ここで放熱して冷却する。この冷媒は、高压側ラインにおいて $100\text{Kg/cm}^2$ 前後まで高められて超臨界状態となっており、放熱器3によっても液化されることなく第1の絞り弁4へ送られる。そして、この第1の絞り弁4において、蒸発器7が配される低压ラインの圧力よりも高い圧力（中間圧）に減圧され、この減圧された冷媒が気液混合冷媒であれば、第1の気液分離器5において気相冷媒と液相冷媒に分離され、気相冷媒はバイパス通路9を通して圧縮機2へ帰還され、液相冷媒は第2の絞り弁6でさらに減圧さ

れて低温低圧(0℃前後、約35Kg/cm<sup>2</sup>)の気液混合冷媒となり、蒸発器7において気化してガス状となり、圧縮機2へ戻される。この状態変化は、前述した図3の実線で示すモリエール線図によって示されるようになる。

【0017】第1の気液分離器5には、内部の液相冷媒量が不足した状態にあるか否かを検出するセンサ10が取り付けられており、このセンサ10は、液相冷媒の液レベルを直接検知するものであってもいいが、この例では、気液分離器内の冷媒圧力と冷媒温度とを検出し、これら検出結果から演算によって液位を間接的に検出するようにしている。センサ10によって検出された液位に関する信号は、コントロールユニット11に入力され、第1の絞り弁4の開度を制御するために利用される。

【0018】コントロールユニット11は、図示しない中央演算処理装置(CPU)、読出専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、入出力ポート(I/O)、駆動回路等より成り、ROMに与えられた所定のプログラムにしたがって、図2に示すフローチャートの処理を行うようになっている。

【0019】以下において、コントロールユニット11による第1の絞り弁4の制御動作例を説明すると、コントロールユニット11はサイクルの稼動に伴ってこのルーチンの処理を行い、ステップ50において圧力及び温度を検出するセンサ10からの信号を入力してRAMに格納し、次のステップ52において、センサ10によって検出されたサンプリングデータに基づき、気液分離器内の冷媒量(L)を演算する。

【0020】そして、気液分離器内の冷媒量(L)が零ないしはそれよりも大きく設定された所定量 $\alpha$ より多い場合には、通常の開度制御を継続し(ステップ54、56)、 $L \leq \alpha$ であれば、第1の絞り弁4の開度を小さくして第1の絞り弁4での圧力降下を大きくし、モリエール線図で示す点Cが、図3で示されるように、気液混合冷媒領域となるように設定する(ステップ54、58)。そして、この構成例では、ステップ56、58の処理の後にステップ50以下の処理が繰り返され、第1の気液分離器内の冷媒を常時モニタリングして冷媒不足が生じないようにしている。

【0021】したがって、超臨界流体を用いた場合においても、図8で示すような冷房性能が大きく低下するような状態を回避できると共に、経時的に冷媒がサイクルから漏れ出るような場合においても、第1の絞り弁4の開度が自動調節されて第1の気液分離器内の液相冷媒が絶えることがなくなり、長期において安定した性能を確保することができる。

【0022】図4において、この発明の第2の構成例が示されており、主として前記構成例と異なる点について説明し、同一構成においては、同一番号を付して説明を省略する。

【0023】このサイクル構成では、主経路8を流れる

冷媒とバイパス経路内の気相冷媒とを熱交換する補助熱交換器12が放熱器3と第1の絞り弁4との間に設けられており、放熱器3から流出される冷媒を第1の絞り弁4より下流側のより低温の冷媒によってさらに冷却するようになっている。

【0024】このような構成によれば、サイクルの状態変化は図3の破線で示されるようになり、A'点で示される圧縮機2で圧縮された高温高压の冷媒は放熱器3によってB点まで冷却されるが、さらに補助熱交換器12によってさらにB'点まで冷却され、第1の絞り弁4でC'点で示す中間圧に減圧されて気液混合の冷媒となり、第1の気液分離器5によって気相冷媒とD'点で示す液相冷媒とに分離される。液相冷媒は、更に第2の絞り弁6によって減圧されてE点よりもエンタルピーの小さいE'点で示す低圧低温の湿り蒸気となり、その後、蒸発器7で蒸発気化されてF点に至る。これと同時に気液分離器5で分離された気相冷媒は、補助熱交換器12で高压側ラインの冷媒から熱を吸収してH'点を経て完全なガス状となり、圧縮機2によって中間圧まで圧縮されたI'点で示す気相冷媒と混合してG'点で示す気相状態となる。そして、その混合された気相冷媒は、さらに圧縮機2によって昇圧され、再びA'点に戻される。

【0025】したがって、このような多効サイクルによれば、第1の絞り弁4の開度がコントロールユニット11によって調節されて気液分離器内に液相冷媒が確保されると同時に、冷凍効果をE点とE'点とのエンタルピー差(Q2-Q1)に相当する能力分だけ高めることができる。

【0026】尚、上記構成において、過熱度制御を更に付加したい場合には、蒸発器7に関する温度に応じて第2の絞り弁6の開度を調節するようにすればよく、たとえば、第5図に示されるように、第2の絞り弁6を感熱膨張弁とし、蒸発器6から流出する冷媒の過熱度の変化を感温筒13で感知し、蒸発器6に流入する冷媒量を調節して過熱度を一定に保つようにするとよい。

【0027】図6において、この発明の第3の構成例が示されており、この構成例においては、第1の気液分離器5と圧縮機2との間を接続するバイパス経路9が図1で示す構成と同様になっているが、蒸発器7と圧縮機2との間に第2の気液分離器(アキュムレータ)14を配し、ここで、蒸発器7から流出した冷媒に混在する液相冷媒を分離し、気相冷媒のみを圧縮機2へ戻すようになっている。

【0028】そして、放熱器3と第1の絞り弁4との間には、高压側ラインの冷媒と第2の気液分離器(アキュムレータ)14によって分離された気相冷媒とを熱交換する補助熱交換器12'が設けられており、放熱器3から流出される冷媒が蒸発器下流側の冷媒によってさらに冷却されるようになっている。

【0029】このような構成によれば、上述したごとく

第1の気液分離器内に液相冷媒を確保することができると共に、放熱器3から流出した冷媒をさらに冷却してサイクルの冷却性能を高めることができ、運転効率を向上させることができる。

#### 【0030】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、多効サイクル（ガスインジェクションサイクル）に超臨界流体を冷媒として用いるような場合に、気液分離装置内の液相冷媒量に応じて、第1の減圧手段による減圧量を制御し、もって気液分離装置内に液相冷媒が存在しなくなる事態を避けることができ、合理的なレベルの冷却性能を維持することができる。

【0031】また、冷媒が少々漏れても、気液分離装置には常に液相冷媒が存在することとなるので、サイクルバランスが経時的に変化して冷却性能が低下するような事態もなくすることができる。

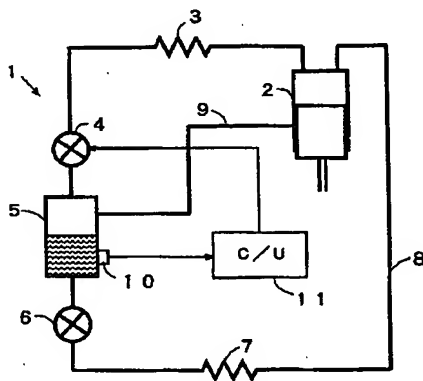
【0032】さらに、減圧手段の冷媒下流側において分離される気相冷媒を、第1の熱交換器と第1の減圧手段との間を流れる冷媒と熱交換させる場合には、第1の減圧手段に流入される冷媒の温度をさらに低下させることができ、サイクルの冷却性能を一層向上させることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明にかかる冷却サイクルの第1の構成例を示す構成図である。

【図2】図2は、図1で示す冷却サイクルのコントロールユニットによる第1の絞り弁を制御する制御動作例を示すフローチャートである。

【図1】



【図3】図3は、本発明にかかる冷却サイクルのモリエール線図である。

【図4】図4は、本発明にかかる冷却サイクルの第2の構成例を示す構成図である。

【図5】図5は、図4の構成例の変形例を示す構成図である。

【図6】図6は、本発明にかかる冷却サイクルの第3の構成例を示す構成図である。

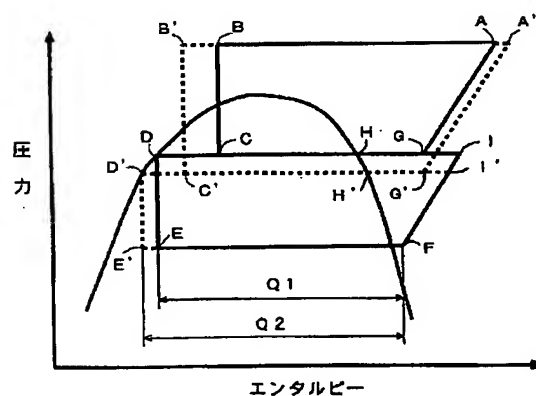
【図7】図7は、従来の多効サイクル（ガスインジェクションサイクル）を示す構成図である。

【図8】図8は、従来の多効サイクル（ガスインジェクションサイクル）によって生じ得る冷媒の状態変化を示すモリエール線図である。

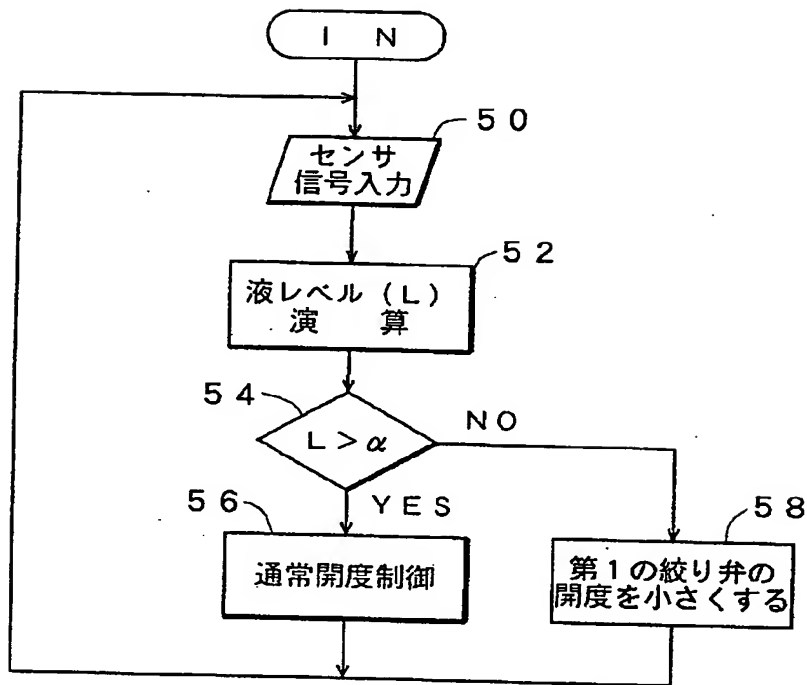
#### 【符号の説明】

- 1 冷却サイクル
- 2 圧縮機
- 3 放熱器
- 4 第1の絞り弁
- 5 第1の気液分離器
- 6 第2の絞り弁
- 7 蒸発器
- 8 主経路
- 9 バイパス経路
- 10 センサ
- 11 コントロールユニット
- 12, 12' 補助熱交換器
- 14 第2の気液分離器

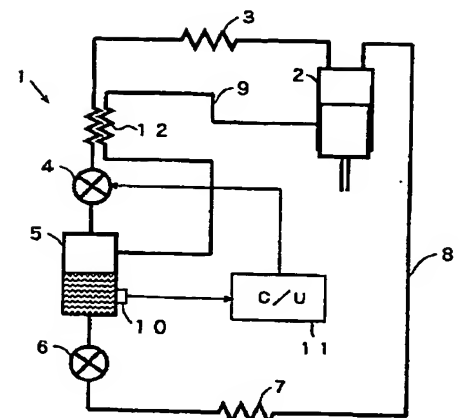
【図3】



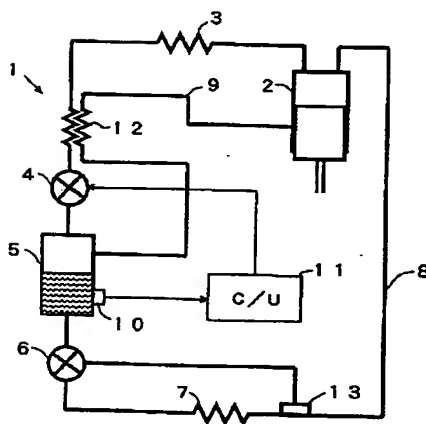
【図2】



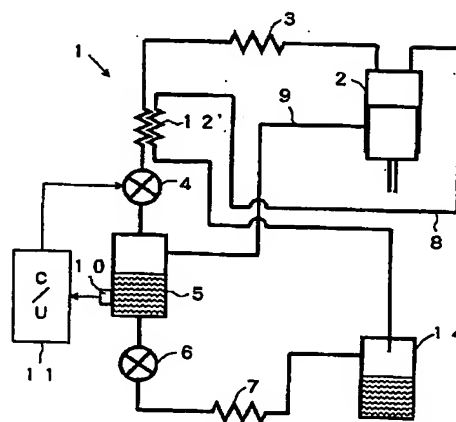
【図4】



【図5】

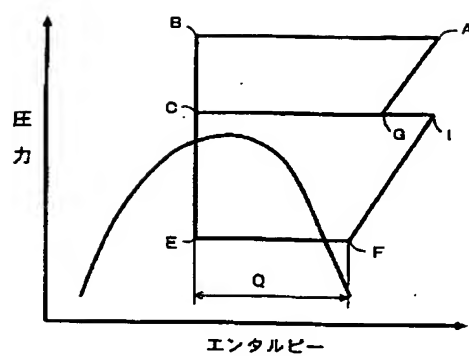
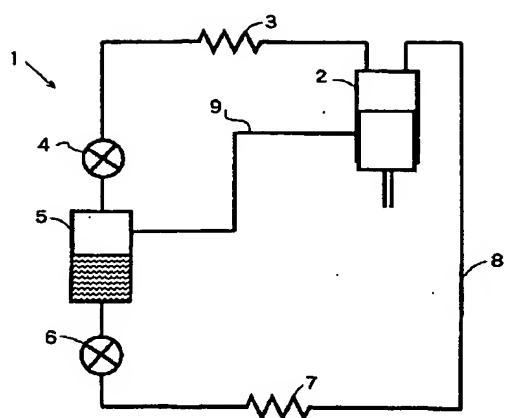


【図6】





【図8】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**